Protocole de laboratoire n°1

Circuits électriques en courant continu

BUT

Vérifier les valeurs de résistances seules obtenues avec un ohmmètre, avec le code de couleur sur les résistances et avec la loi d'Ohm (avec V_{pile} et I_{pile}). Assembler le montage de circuits électriques simples et mixtes. Vérifier les résistances équivalentes des groupements simples et mixtes obtenues avec un ohmmètre, avec la loi d'Ohm (avec V_{pile} et I_{pile}) et avec la relation théorique (avec R_1, R_2 et R_3). Vérifier la loi des nœuds et la loi des mailles des circuits simples et mixtes.

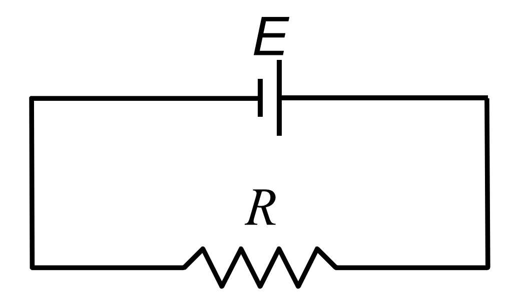
MATÉRIEL

- 1 pile 6 V
- 3 résistances: 150 Ω, 270 Ω et 330 Ω
- 1 multimètre électronique avec le manuel d'utilisation
- fils électriques avec pinces

THÉORIE

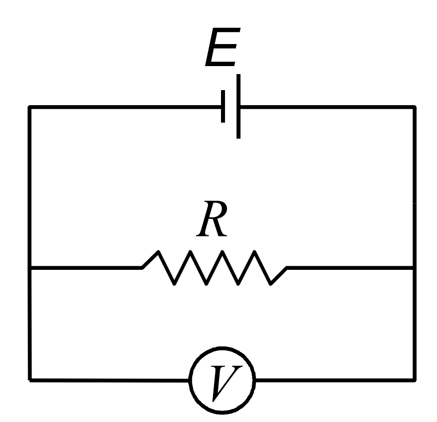
1re partie: Multimètre

Les éléments d'un circuit électrique sont représentés par divers symboles. Le circuit le plus simple est constitué d'une pile reliée à une résistance à l'aide de deux fils conducteurs.



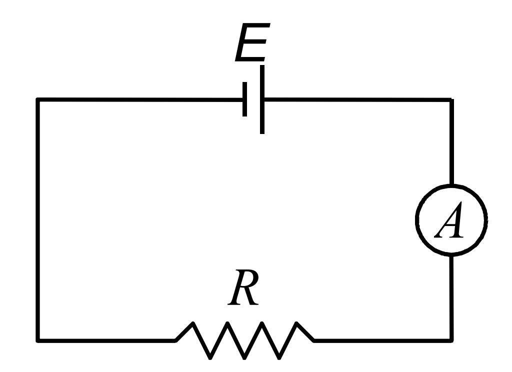
Il est convenable d'utiliser un fil rouge lorsqu'un fil conducteur est relié à une borne positive et un fil noir lorsqu'un fil conducteur est relié à une borne négative.

La tension se mesure à l'aide d'un voltmètre. C'est une mesure effectuée en parallèle avec un élément du circuit. Le conducteur rouge du voltmètre doit être en contact avec la borne la plus positive et le conducteur noir du voltmètre doit être en contact avec la borne la plus négative, sinon la lecture sera négative.



La tension est responsable du mouvement des charges dans un circuit électrique. La tension s'exprime en volts.

Le courant se mesure à l'aide d'un ampèremètre. C'est une mesure en série dans le circuit. Le courant doit entrer par le conducteur rouge de l'ampèremètre et ressortir par le conducteur noir de l'ampèremètre, sinon la lecture sera négative.



Le courant est le débit de charge dans un circuit électrique. Le courant s'exprime en ampères.

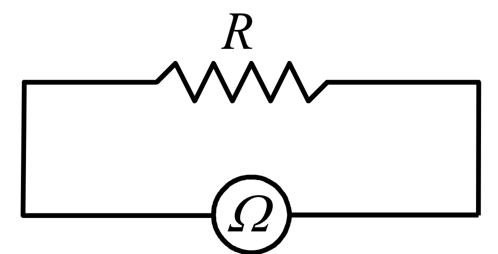
D'après la loi d'Ohm, les mesures effectuées auprès d'une résistance doivent satisfaire la relation

$$V = R\,I$$

où V est la tension (en V),
R est la résistance (en Ω)
et I est le courant (en A).

La résistance représente la tendance d'un élément du circuit à s'opposer au passage du courant. La résistance s'exprime en ohms.

La résistance se mesure à l'aide d'un ohmmètre. Le ohmmètre se branche seul en parallèle avec l'élément du circuit. Il faut pas que cet élément de circuit produise du courant (comme une pile).



<u>2e partie:</u> Circuits simples

Dans un circuit simple, une pile est branchée avec des résistances en série ou en parallèle.

Un groupe de résistances en série possède une résistance équivalente donnée par

$$R_{éq} = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots + R_N$$

où $R_{éq}$ est la résistance équivalente du groupement série (en Ω)
R_1 est la résistance n°1 (en Ω),
R_2 est la résistance n°2 (en Ω)
et R_3 est la résistance n°3 (en Ω).

Un groupe de résistances en parallèle possède une résistance équivalente donnée par

$$\frac{1}{R_{éq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots + \frac{1}{R_N}$$

où $R_{éq}$ est la résistance équivalente du groupement parallèle (en Ω),
R_1 est la résistance n°1 (en Ω),
R_2 est la résistance n°2 (en Ω)
et R_3 est la résistance n°3 (en Ω).

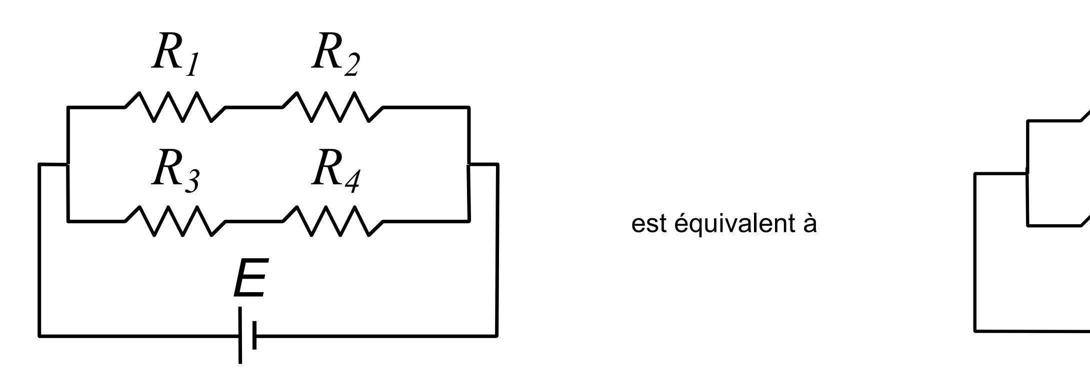
La résistance équivalente des circuits ayant une seule pile peut être déterminé par

$$R_{éq} = \frac{V_{pile}}{I_{pile}}$$

où $R_{éq}$ est la résistance équivalente du circuit (en Ω),
V_{pile} est la tension aux bornes de la pile (en V)
et I_{pile} est le courant fourni par la pile (en A).

<u>3e partie:</u> Circuits mixtes

Dans un circuit mixte, les résistances ne sont pas simplement en série ou en parallèle. Le circuit électrique ci-joint possède deux branches comprenant des résistances en série. La résistance équivalente est obtenue en simplifiant d'abord les groupements de résistances en série. La résistance équivalente est calculée à partir du circuit équivalent où chaque branche est remplacée par une résistance.

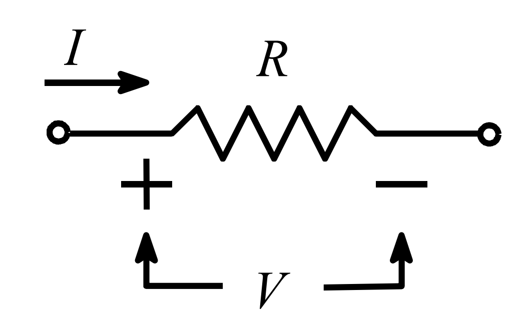


Ainsi, la résistance équivalente est donnée par

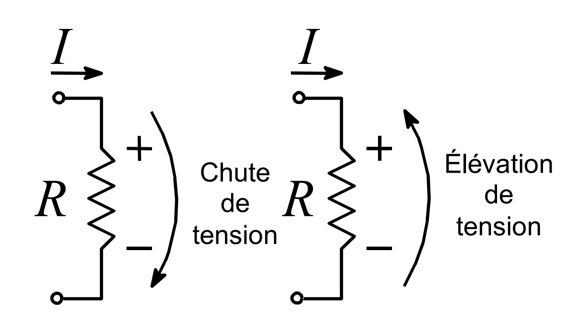
$$\frac{1}{R_{éq}} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{34}} = \frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3 + R_4}$$

où $R_{éq}$ est la résistance équivalente du circuit illustré (en Ω),
R_{12} est la résistance équivalente du groupement 1-2 (en Ω),
R_{34} est la résistance équivalente du groupement 3-4 (en Ω),
R_1 est la résistance n°1 (en Ω),
R_2 est la résistance n°2 (en Ω),
R_3 est la résistance n°3 (en Ω)
et R_4 est la résistance n°4 (en Ω).

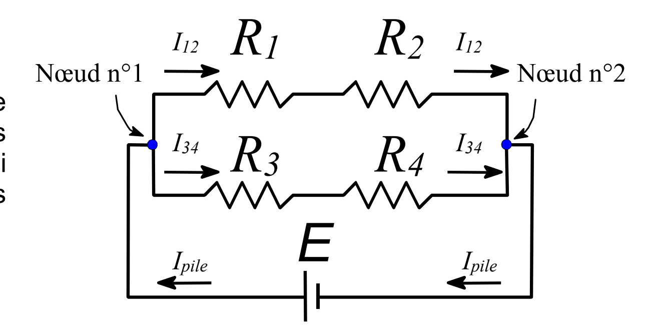
Par convention de signe, les polarités aux bornes d'une résistance sont telles que le courant entre par la borne positive (+) et sort par la borne négative (-).



Il y a élévation de tension si l'on passe de la borne négative (-) à la borne positive (+). Puis, il y a chute de tension si l'on passe de la borne positive (+) à la borne négative (-).



La loi des nœuds s'applique aux points de branchement des éléments de circuit. La loi des nœuds affirme que la somme des courants qui entrent dans un nœud est égale à la somme des courants qui sortent du nœud.



Pour le circuit précédent, on a

$$\text{nœud n°1 :} \quad I_{pile} = I_{12} + I_{34}$$
$$\text{nœud n°2 :} \quad I_{12} + I_{34} = I_{pile}$$

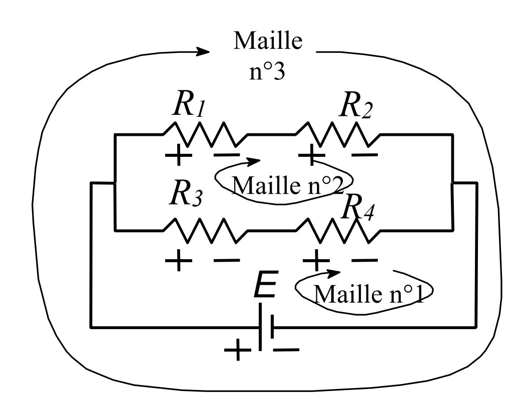
où I_{pile} est le courant fourni par la pile (en A),

I_{12} est le courant traversant les résistances n°1 et n°2 (en A)

et I_{34} est le courant traversant les résistances n°3 et n°4 (en A).

Note: Le nœud n°2 est superflu. Ce nœud donne une équation équivalente à celle du nœud n°1. Il y a toujours au moins une équation indépendante de moins, obtenue par la loi des nœuds, que le nombre de nœuds.

La loi des mailles s'applique aux boucles dans le circuit électrique. La loi des mailles affirme que la somme des élévations de tension en parcourant une boucle est égale à la somme des chutes de tension.



Pour le circuit précédent, on a

$$\text{maille n°1: } V_{pile} = V_3 + V_4$$
$$\text{maille n°2: } V_1 + V_2 = V_3 + V_4$$
$$\text{maille n°3: } V_{pile} = V_1 + V_2$$

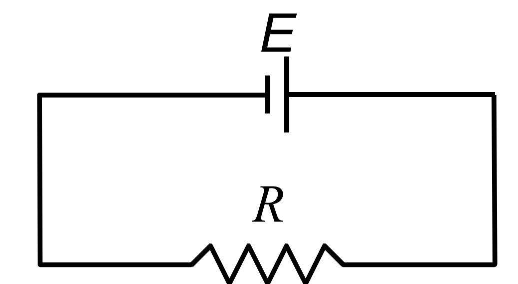
où V_{pile} est la tension aux bornes de la pile (en V),
V_1 est la tension aux bornes de la résistance n°1 (en V),
V_2 est la tension aux bornes de la résistance n°2 (en V),
V_3 est la tension aux bornes de la résistance n°3 (en V)
et V_4 est la tension aux bornes de la résistance n°4 (en V).

Note: La maille n°3 est superflue. Cette maille donne une équation qui est une combinaison linéaire des deux précédentes. Il y a toujours au moins une équation indépendante de moins, obtenue par la loi des mailles, que le nombre de mailles. Habituellement, on ignore la maille extérieure.

MANIPULATIONS

1re séance: Circuits simples

1. Notez la précision des valeurs mesurées (en courant continu) par le multimètre électronique pour les gammes employées selon le manuel d'utilisation du fabricant.
2. Mesurez la résistance seule à l'aide du ohmmètre.
3. Faites le montage du circuit électrique avec une pile et une résistance.



4. Mesurez la tension et le courant à l'aide du multimètre. N'oubliez pas l'incertitude absolue de vos mesures.
5. Notez le code de couleur sur la résistance.
6. Recommencez avec deux autres résistances.

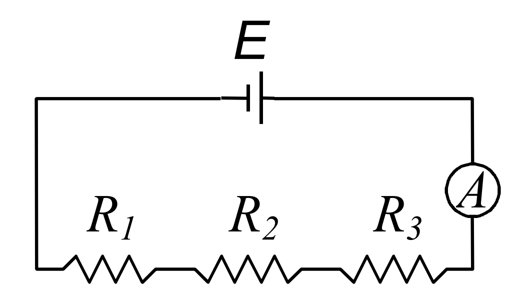
Résistances seules avec une pile

Élément de circuit	V	R	I
	volts	ohms	milliampères
Rés. n°1 (150Ω) Rés. n°2 (270Ω) Rés. n°3 (330Ω)			

Couleurs pour les résistances seules

Élément de Circuit	1re bande	2e bande	Bande multipli-catrice	Bande de tolérance
Rés. n°1 (150Ω) Rés. n°2 (270Ω) Rés. n°3 (330Ω)				

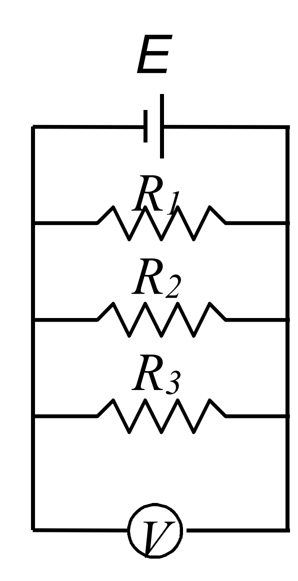
1. Faites le montage où les trois résistances sont en série.
2. Mesurez le courant dans le circuit.
3. Mesurez la tension aux bornes de chaque résistance.
4. Mesurez la tension aux bornes de la pile.
5. Branchez le ohmmètre à la place de la pile et mesurez directement la résistance du groupement série.



Résistances en série avec une pile

Élément de circuit	V	R	I
	volts	ohms	milliampères
Rés. n°1 (150Ω) Rés. n°2 (270Ω) Rés. n°3 (330Ω) Groupe 123 Pile	---	---	---

Note : Les résistances ont la même valeur que dans le tableau « *Résistances seules avec une pile* ».



6. Faites le montage où les trois résistances sont en parallèle.
7. Mesurez la tension dans le circuit.
8. Mesurez le courant dans chaque résistance.
9. Mesurez le courant fourni par la pile.
10. Branchez le ohmmètre à la place de la pile et mesurez directement la résistance du groupement parallèle.

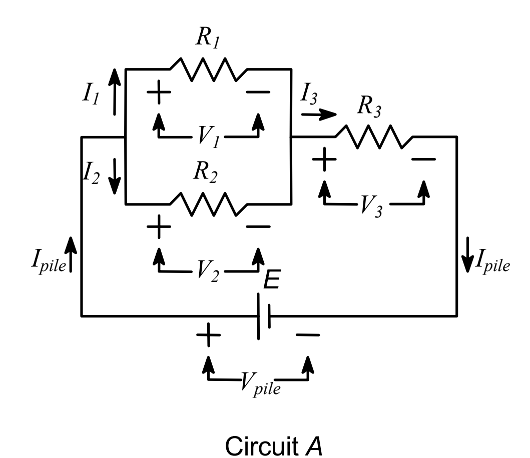
Résistances en parallèle avec une pile

Élément de circuit	V volts	R ohms	I milliampères
Rés. n°1 (150Ω) Rés. n°2 (270Ω) Rés. n°3 (330Ω) Groupe 123 Pile	---	---	---

Note : Les résistances ont la même valeur que dans le tableau « *Résistances seules avec une pile* ».

2e séance: Circuits mixtes

1. Faites le montage du circuit *A*.
2. Mesurez le courant et la tension pour chaque élément de circuit.
3. Branchez le ohmmètre à la place de la pile et mesurez directement la résistance du groupement A.



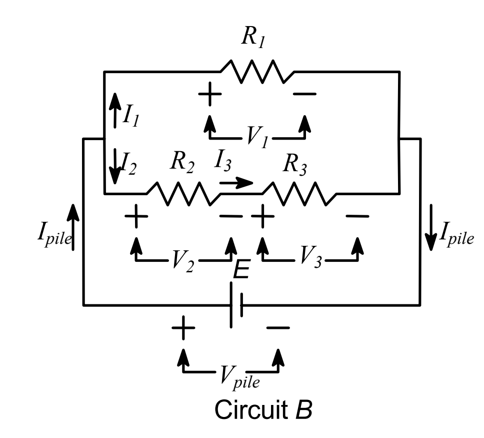
Circuit *A*

Circuit *A*

Élément de circuit	V	R	I
	volts	ohms	milliampères
Rés. n°1 (150Ω)			
Rés. n°2 (270Ω)			
Rés. n°3 (330Ω)			
Groupe 123	---		---
Pile		---	

Note : Les résistances ont la même valeur que dans le tableau « *Résistances seules avec une pile* ».

4. Faites le montage du circuit *B*.
5. Mesurez le courant et la tension pour chaque élément de circuit.
6. Branchez le ohmmètre à la place de la pile et mesurez directement la résistance du groupement mixte B.



Circuit *B*

Circuit *B*

Élément de circuit	V	R	I
	volts	ohms	milliampères
Rés. n°1 (150Ω)			
Rés. n°2 (270Ω)			
Rés. n°3 (330Ω)			
Groupe 123	---		---
Pile		---	

Note : Les résistances ont la même valeur que dans le tableau « *Résistances seules avec une pile* ».

RAPPORT

1re partie: Multimètre

1. Calculez la valeur de chacune des résistances à l'aide de la loi d'Ohm. Faites un tableau avec la tension, le courant et la résistance calculée.
2. Calculez l'incertitude absolue de la résistance calculée.
3. Déterminez la valeur de chacune des résistances et son incertitude à l'aide du code de couleur. L'explication du code de couleur sur les résistance se trouve en annexe.
4. Comparez les valeurs résistances seules obtenues avec un ohmmètre, avec le code de couleur sur les résistances et avec la loi d'Ohm (avec V_{pile} et I_{pile}).
5. Faites un tableau avec la résistance obtenue avec un ohmmètre, avec le code de couleur sur les résistances et avec la loi d'Ohm.
5. Représentez graphiquement les trois domaines d'incertitude (calculée, mesurée et donnée par le fabricant) pour les trois (3) résistances.
6. Dites quelle méthode est la meilleure pour connaître la valeur d'une résistance.

2e partie: Circuits simples

1. Vérifiez si la somme des tensions aux bornes des résistances en série donne la tension aux bornes de la pile. Dites pourquoi.
2. Vérifiez si la somme des courants traversant les résistances en parallèle donne le courant fourni par la source. Dites pourquoi.
3. Calculez la résistance équivalente du groupement série et parallèle à l'aide des valeurs R_1, R_2 et R_3 du fabricant.
4. Calculez la résistance équivalente du groupement série et parallèle à l'aide de V_{pile} et I_{pile}.
5. Comparez et vérifier les résistances équivalentes des groupements série et parallèle obtenues avec un ohmmètre, avec la loi d'Ohm (avec V_{pile} et I_{pile}) et avec la relation théorique (avec les valeurs R_1, R_2 et R_3 du fabricant).

3e partie: Circuits mixtes

1. Vérifiez la loi des nœuds pour des circuits *A* et *B*. Effectuez le calcul d'incertitude pour la valeurs calculées. Il y a deux nœuds dans les circuits *A* et *B* mais une seule équation indépendante à vérifiée.
2. Vérifiez la loi des mailles pour les circuits *A* et *B*. Effectuez le calcul d'incertitude pour la valeurs calculées. Il y a trois mailles dans les circuits *A* et *B* mais que deux équations indépendantes à vérifiées.
3. Calculez la résistance équivalente des circuits *A* et *B* à l'aide des valeurs R_1, R_2 et R_3 du fabricant.
4. Démontrer que les résistances équivalentes des circuits mixtes *A* et *B* sont:

$$R_A = \frac{R_1 \; R_2}{R_1 + R_2} + R_3 \quad \text{et} \quad R_B = \frac{R_1 \; (\; R_2 + R_3 \;)}{R_1 + R_2 + R_3}$$

5. Calculez la résistance équivalente des circuits *A* et *B* à l'aide de V_{pile} et I_{pile}.

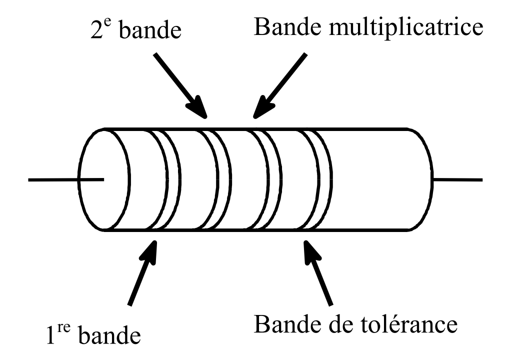
6. Comparez et vérifier les résistances équivalentes des groupements mixtes *A* et *B* obtenues avec un ohmmètre, avec la loi d'Ohm (avec V_{pile} et I_{pile}) et avec la relation théorique (avec les valeurs R_1, R_2 et R_3 du fabricant).

Supplément :

1. Dites pourquoi la résistance équivalente des circuits n'est pas la même d'un circuit à l'autre (circuits série, parallèle, mixtes *A* et *B*).
2. Dites pourquoi le courant fourni par la pile n'est pas le même d'un circuit à l'autre (circuits série, parallèle, mixtes *A* et *B*).

ANNEXE 1: Code de couleurs sur les résistances

Les fabricants mettent souvent des bandes de couleur sur les résistances afin d'indiquer ses caractéristiques. Les deux premières bandes donnent une valeur numérique. La troisième bande donne le facteur multiplicatif par lequel il faut multiplier la valeur numérique. La quatrième bande donne l'incertitude sur la valeur de la résistance fournie.



Code de couleurs

Couleur	1re bande	2e bande	Bande multiplicatrice	Bande de tolérance
Noir	0	0	1	
Brun	1	1	10	
Rouge	2	2	100	
Orange	3	3	1 000	
Jaune	4	4	10 000	
Vert	5	5	100 000	
Bleu	6	6	1 000 000	
Violet	7	7		
Gris	8	8		
Blanc	9	9		
Or	---	---	0,1	±5%
Argent	---	---	0,01	±10%
sans bande	---	---	---	±20

ANNEXE 2: Incertitude absolue selon la fonction et la gamme du multimètre

Précision du multimètre (marque: Metex, modèle: M-3800)

Gamme	Précision
0-200 mV 0-2 V 0-20 V	± 1,1 mV ± 0,011 V ± 0,11 V
0-2 mA 0-20 mA 0-200 mA	± 0,011 mA ± 0,11 mA ± 2,5 mA
0-200 Ω 0-2 KΩ 0-20 KΩ 0-200 KΩ 0-2 MΩ	± 1,3 Ω ± 0,011 kΩ ± 0,110 kΩ ± 1,1 kΩ ± 0,011 MΩ

© Tous droits réservés, Richard Fradette